

JUNO 数据模型及软件

事例模型指在粒子物理实验离线数据处理过程中，事例在不同处理阶段所需处理或生成的相关信息的组织方式。它是离线软件框架数据管理、文件输入输出、分析计算以及数据存储的实体，是决定离线软件整体性能和功能的核心因素。

相对于加速器高能物理实验，中微子实验在数据管理方面有两个特点，一是事例间存在时间关联，二是信号事例的数量相对于本地事例非常少。因此，江门中微子实验的事例模型和数据输入输出系统设计需要提供高效的数据访问和存储能力。

在高能物理计算领域，基于 ROOT 的软件拥有广泛的应用，并且在数据管理和数据存储方面拥有优越的性能。因此，江门中微子实验的事例模型将基于 TObject 进行设计和扩展。所有事例信息类以及关联信息类都由 ROOT 的 TObject 派生，实现了 ROOT 对 C++ 对象的版本进化 (Schema Evolution)、输入输出流 (I/O Streamer) 功能，运行时类型信息 (RTTI) 以及检查 (Inspection) 功能等简化了离线软件框架的复杂性并提高了事例模型的性能。

为了实现数据的快速处理以及筛选功能，将事例信息进行了多层次结构设计，每个数据的处理阶段均的数据模型均由一个 Header 类和一个或多个具体 Event 类构成，如图 1 所示。Header 类包含一个事例的辅助信息（比如 Run 号、事例号、时间戳等），同时还包含部分事例的特征信息以便允许用户在不加载详细的事例信息的情况下实现对事例的快速筛选功能。事例信息指事例在处理阶段所需处理或生成的相关信息。事例间的关联机制通过研究开发 SmartRef 的智能指针技术，实现事例模型在不同的数据处理阶段之间的关联以及事例模型内部数据之间的关联，同时研究开发关联数据在数据存储时只需存储一次的技术，避免在建立事例模型之间灵活关系的同时同一数据存储多份的现象。

为了提供不同处理阶段数据的关联并简化内存管理和输入输出，基于 SmartRef 智能指针设计了事例导航器 (EvtNavigator)，将不同处理阶段的数据 Header 通过 SmartRef 关联在一起，在用户关联分析时，将导航器作为数据的入口，极大的简化了内存管理的难度。

由于事例模型的代码实现具有明确、规范的操作，因此设计开发了基于 Xml 文件定义事例模型的工具 XOD，实现了从 xml 文件自动产生 C++ 代码、输入输出流 (I/O Streamer) 函数，运行时类型信息 (RTTI) 等，提高了事例模型定义的可读性、减少了重复性代码的手工定义，提高了效率。

Primary author: Mr LI, Teng (Shandong University)

Presenter: Mr LI, Teng (Shandong University)